



МІНІСТЕРСТВО  
ЕКОНОМІЧНОГО  
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ  
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) UA

(11) 114667

(13) C2

(51) МПК

B23B 29/03 (2006.01)

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(21) Номер заявки: а 2015 10127

(22) Дата подання заявки: 16.10.2015

(24) Дата, з якої є чинними  
права на винахід: 10.07.2017

(41) Публікація відомостей  
про заяву: 25.04.2017, Бюл.№ 8

(46) Публікація відомостей  
про видачу патенту: 10.07.2017, Бюл.№ 13

(72) Винахідник(и):

Кривий Петро Дмитрович (UA),  
Дзюра Володимир Олексійович (UA)

(73) Власник(и):

ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА  
ПУЛЮЯ,

вул. Руська, 56, м. Тернопіль, 46001 (UA)

(56) Перелік документів, взятих до уваги  
експертизою:

UA 94017 U, 27.10.2014

UA 93918 U, 27.10.2014

UA 89727 U, 25.04.2014

SU 1798047 A1, 28.02.1993

RU 2553758 C1, 20.06.2015

GB 113490 A, 23.10.1968

SU 1371790 A1, 07.02.1988

CN 202667712 U, 16.01.2013

## (54) ДВОРІЗЦЕВА АДАПТИВНА РОЗТОЧУВАЛЬНА ГОЛОВКА

### (57) Реферат:

Винахід належить до механічного оброблення металів різанням і може бути використаний для обробки внутрішніх циліндричних поверхонь, що забезпечує спрощення налаштування дворізцевої адаптивної розточувальної головки на заданий розмір і уточнення формули для визначення величини зазору А - допустимої величини коливань рівноплечого важеля, забезпечення можливості використання багатограних твердосплавних пластин, шляхом виконання дворізцевої адаптивної розточувальної головки, що містить корпус 1 у вигляді кронштейна, з хвостовиком 2 з однієї сторони і U-подібними бічними поверхнями 5 і 6, паралельними осі хвостовика 2 - з іншої. В U-подібних бічних поверхнях 5 і 6 виконано співвісні отвори 7 і 8, в які встановлена вісь 9. На вісь 9 з можливістю повороту встановлено рівноплечий важіль 11, на кінцях якого закріплені швидкозмінні твердосплавні різальні елементи 12 і 13. В корпусі 1 в діаметрально-протилежних напрямках, паралельно U-подібним бічним поверхням 5 і 6 навпроти рівноплечого важеля 11 виконано два отвори 14 і 15. В ці отвори 14 і 15 розміщені упорні гвинти 16 і 17 довжиною, більшою довжини отворів 14 і 15, які з сторони хвостовика 2 зафіксовані від осьового переміщення гайками 18 і 19. Поверхня корпусу 1 зі сторони вільних кінців упорних гвинтів 16 і 17 є у взаємодії з пружними демпферами 26 і 27, які з іншої сторони є у взаємодії з поверхнею рівноплечого важеля 11. Співвісні отвори 14 і 15, в яких розміщені упорні гвинти 16 і 17, і самі упорні гвинти виконані ступінчастими. У рівноплечому важелі 11 співвісно з цими двома ступінчастими отворами 14 і 15 виконані наскрізні різеві отвори 20 і 21, в які загвинчені і зафіксовані від вільного осьового переміщення регулювальні гвинти 22 і 23. Довжина регулювальних гвинтів 22 і 23 більша довжини наскрізних різевих отворів 20 і 21. На кінцях упорних 16 і 17 і регулювальних і 23 гвинтів виконані сферичні поверхні і між цими сферичними поверхнями встановлений зазор  $\Delta$ , а у ступенях більшого діаметра ступінчастих отворів 14 і 15 встановлені пружні демпфери 26 і 27 у вигляді пустотілих циліндрів, які своїми внутрішніми циліндричними поверхнями 28 і 29 спряжені з поверхнями упорних гвинтів 16 і 17 з одного боку і поверхнями регулювальних гвинтів 22 і 23 - з іншого боку. Своїми лівими

UA 114667 C2

торцевими поверхнями пружні демпфери 26 і 27 оберті на плоскі поверхні 30 і 31 рівноплечого важеля 11.

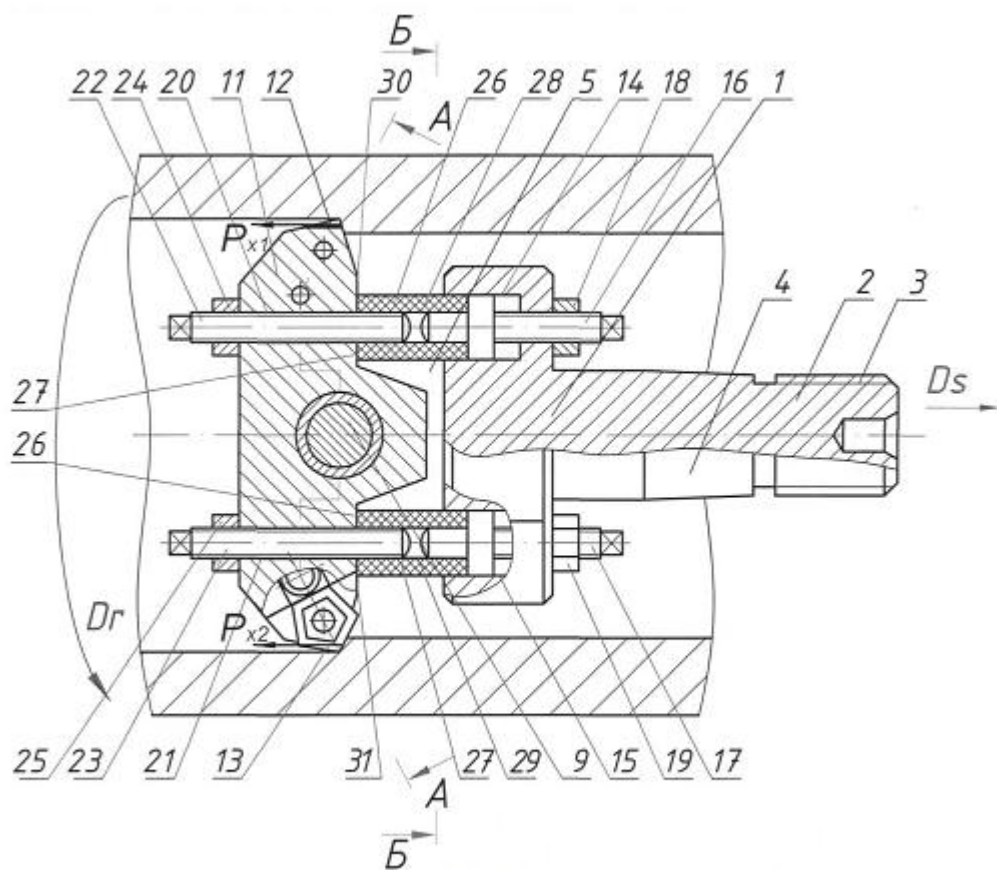


Fig. 1

Винахід належить до механічного оброблення металів різанням і може бути використаний для обробки внутрішніх циліндричних поверхонь.

Відомим технічним рішенням, аналогом, є плаваючий розточувальний блок, який складається з корпусу, у пазу якого, з можливістю регулювання положення, встановлені два з'єднані між собою і діаметрально-протилежно розміщені різці (Лакирев С.Г. Обработка

отверстий. Справочник. - М.: Машиностроение, 1984. - С. 104, табл. 10). Недоліком відомого аналога є неможливість забезпечення відсутності відхилення від прямолінійності осі обробленої внутрішньої циліндричної поверхні отвору, незабезпечення необхідної шорсткості оброблення поверхні через самовільне, при різних величинах зношування різців, переміщення блока перпендикулярно напрямку повздовжньої подачі, а також складність конструкції.

Найближчим відомим технічним рішенням до заявленого, прототипом, є дворіздева розточувальна головка, що містить корпус, виконаний у вигляді кронштейна, з хвостовиком з однієї сторони і U-подібними бічними поверхнями, паралельними осі хвостовика - з іншої, в U-подібних бічних поверхнях виконано співвісні отвори, в які встановлена вісь, на яку з можливістю повороту встановлено рівноплечий важіль, на кінцях якого закріплені швидкозмінні твердосплавні різальні елементи, причому в корпусі в діаметрально-протилежних напрямках, паралельно U-подібним бічним поверхням навпроти рівноплечого важеля виконано два отвори, в яких розміщені упорні гвинти довжиною, більшою довжини отворів, і з сторони хвостовика зафіксовані від осьового переміщення гайками, а поверхня корпусу з сторони вільних кінців упорних гвинтів є у взаємодії з пружними демпферами, які з іншої сторони є у взаємодії з поверхнею рівноплечого важеля (Патент № 94017, Україна, МПК B23B 29/09 (2006.01). 27.10.2014, Бюл. № 20, 2014).

Недоліком відомого технічного рішення є складність його налаштування на заданий розмір, через неможливість однією накладною гайкою забезпечити однакову деформацію різної жорсткості гумових ущільнень, неточність формули для визначення величини зазору  $\Delta$ , складність з'єднання головки з оправою через відсутність на ній поверхонь під ключ, неможливість використання швидкозмінних багатограних твердосплавних пластин як різців.

В основу винаходу поставлена задача спрощення налаштування дворіздевої адаптивної розточувальної головки на заданий розмір і уточнення формули для визначення величини зазору  $\Delta$  - допустимої величини коливань рівноплечого важеля, забезпечення можливості використання багатограних твердосплавних пластин, шляхом виконання дворіздевої адаптивної розточувальної головки у вигляді корпусу, виконаного у вигляді кронштейна, з хвостовиком з однієї сторони і U-подібними бічними поверхнями, паралельними осі хвостовика - з іншої, в U-подібних бічних поверхнях виконано співвісні отвори, в які встановлена вісь, на яку з можливістю повороту встановлено рівноплечий важіль, на кінцях якого закріплені швидкозмінні твердосплавні різальні елементи, причому в корпусі в діаметрально-протилежних напрямках, паралельно U-подібним бічним поверхням навпроти рівноплечого важеля виконано два отвори, в яких розміщені упорні гвинти довжиною, більшою довжини отворів, і з сторони хвостовика зафіксовані від осьового переміщення гайками, а поверхня корпусу з сторони вільних кінців упорних гвинтів є у взаємодії з пружними демпферами, які з іншої сторони є у взаємодії з поверхнею рівноплечого важеля, причому співвісні отвори, в яких розміщені упорні гвинти і самі упорні гвинти виконані ступінчастими, а у рівноплечому важелі співвісно з цими двома ступінчастими отворами виконані наскрізні різеві отвори, в які загвинчені і зафіксовані від вільного осьового переміщення регульовальні гвинти, довжиною більшою від довжини наскрізних різевих отворів і на кінцях упорних і регульовальних гвинтів виконані сферичні поверхні і між цими сферичними поверхнями встановлений зазор  $\Delta$ , величина якого рівна

$$\Delta = \frac{b\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} + \left(a - \frac{\delta \cdot a}{D}\right) - (a + 2r) + \sqrt{-b^2 + 2b \cdot \left[\left(b - \frac{\delta \cdot b}{D}\right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D}\right] - \left[\left(b - \frac{\delta \cdot b}{D}\right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D}\right] + 4r^2},$$

де  $b$  - відстань від повздовжньої осі головки до осі упорного гвинта, мм;

$\delta$  - допуск на номінальний діаметр обробленого отвору;

$D$  - номінальний діаметр оброблюваного отвору, мм;

$r$  - радіус сферичних поверхонь ступінчастих упорних і регульовальних гвинтів;

$a$  - відстань від осі коливання рівноплечого важеля до центра сферичної поверхні регульовального гвинта, мм,

а у ступенях більшого діаметра ступінчастих отворів встановлені пружні демпфери у вигляді пустотілих циліндрів, які своїми внутрішніми циліндричними поверхнями спряжені з поверхнями упорних гвинтів з одного боку і поверхнями регулювальних гвинтів - з іншого боку, і своїми лівими торцевими поверхнями пружні демпфери обперті на плоскі поверхні рівноплечого важеля.

Суть винаходу пояснюється графічними матеріалами: на фіг. 1 - головний вигляд, на фіг. 2 - переріз А-А на, фіг. 1, на фіг. 3 - переріз Б-Б на фіг. 1, фіг. 4 - схема для визначення величини зазору А між упорними і регулювальними гвинтами.

Дворіцева адаптивна розточувальна головка складається з корпусу 1 у вигляді кронштейна, з хвостовиком 2, на якому виконана різева поверхня 3 і конічна поверхня 4 з однієї сторони і U-подібних бічних поверхонь 5 і 6 з іншої, які паралельні осі хвостовика 2. В U-подібних бічних поверхнях 5, 6 виконані співвісні отвори 7 і 8, у яких встановлена вісь 9, що зафіксована гайкою 10. На цій осі 9 з можливістю провороту встановлений рівноплечий важіль 11, на кінцях якого закріплені швидкознімні твердосплавні різальні елементи 12 і 13.

У корпусі 1 в діаметрально-протилежних напрямках, паралельно U-подібним бічним поверхням 5 і 6, напроти рівноплечого важеля 11 виконані два ступінчасті отвори 14 і 15, в яких розміщені упорні гвинти 16 і 17 довжиною, більшою довжини отворів 14 і 15, і з сторони хвостовика зафіксовані від осевого переміщення гайками 18 і 19. У рівноплечому важелі 11 співвісно із ступінчастими отворами 14 і 15 виконані наскрізні різеві отвори 20 і 21, у які загвинчені регулювальні гвинти 22 і 23, які від вільного осевого переміщення зафіксовані гайками 24 і 25. Довжина регулювальних гвинтів більша довжини наскрізних різевих отворів 20 і 21, в які вони встановлені.

На кінцях упорних гвинтів 16 і 17 і регулювальних гвинтів 22 і 23 виконані сферичні поверхні і між цими сферичними поверхнями встановлений зазор  $\Delta$ , величина якого рівна

$$\Delta = \frac{b\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} + \left( a - \frac{\delta \cdot a}{D} \right) - (a + 2r) + \\ + \sqrt{-b^2 + 2b \cdot \left[ \left( b - \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} \right] - \left[ \left( b - \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} \right]^2 + 4r^2},$$

де  $b$  - відстань від повздовжньої осі головки до осі упорного гвинта, мм;

$\delta$  - допуск на номінальний діаметр обробленого отвору;

$D$  - номінальний діаметр оброблюваного отвору, мм;

$r$  - радіус сферичних поверхонь ступінчастих упорних і регулювальних гвинтів, мм;

$a$  - відстань від осі коливання рівноплечого важеля до центра сферичної поверхні регулювального гвинта, мм.

У ступенях більшого діаметра ступінчастих отворів 14 і 15 встановлені пустотілі циліндричні пружні демпфери 26 і 27 у вигляді пустотілих циліндрів, які своїми внутрішніми циліндричними поверхнями 28 і 29 спряжені з одного боку з поверхнями упорних ступінчастих гвинтів 16 і 17, а з другого боку - з поверхнями регулювальних гвинтів 22 і 23. Лівими торцями пружні демпфери 26 і 27 оперті на плоскі поверхні 30 і 31 рівноплечого важеля 11.

Перед використанням дворіцевої адаптивної головки здійснюють її налагодження. Попередньо за встановленими елементами режиму різання (глибиною, подачею і швидкістю різання) з врахуванням фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу, використовуючи відомі емпіричні формули, визначають розрахункову величину осьової складової сили різання -  $P_x$ . Експериментально визначають середню жорсткість  $C_{пр}$  окремих пружних демпферів, навантажуючи їх осьовою змінною відомою силою  $F_{0i}$  і вимірюючи при цьому величину пружної деформації  $\Delta_{прi}$ , за формулою:

$$\bar{C}_{пр} = \left( \frac{F_{01}}{\Delta_{пр1}} + \frac{F_{02}}{\Delta_{пр2}} + \dots + \frac{F_{0n}}{\Delta_{прn}} \right) \frac{1}{n},$$

де  $F_{01} < F_{02} < \dots < F_{0n}$  - значення осьових зусиль, які прикладені до пружних демпферів;

$\Delta_{пр1}, \Delta_{пр2}, \dots, \Delta_{прn}$  - значення величин деформацій від прикладання відповідних зусиль;

$n$  - кількість значень осьових зусиль які прикладаються до кожного із пружних демпферів.

Встановлюють, загвинчуючи дворіцеву адаптивну розточувальну головку в різьбовий отвір оправки (на фіг. не показано), базуючи її по конічній поверхні 4 і закріплюють. Загвинчують попередньо упорні ступінчасті гвинти 16 і 17 і деформують пружні демпфери, створюючи при

цьому зусилля на кожному демпфері величиною  $(0,3-0,5)P_x$ . На супорті верстата встановлюють мікроскоп, на лінзах оптичної системи якого розміщена Декартова система координат. Мікроскоп встановлюють так, щоб горизонтальна вісь співпадала з твірною ребра шестигранної призми, а вертикальна вісь співпадала з вершиною одного із швидкозмінних твердосплавних  
 5 різальних елементів. У випадку, коли вершина іншого швидкозмінного твердосплавного різального елемента не співпадає з вертикальною віссю шкали, догвинчуванням відповідних упорних гвинтів 16 і 17, домагаються співпадання вершин різальних елементів з вертикальною віссю Декартової системи координат. Положення упорних ступінчастих гвинтів 16 і 17 зафіксують гайками 18 і 19. В подальшому загвинчують регулювальні гвинти 22 і 23 до  
 10 контакту їх сферичних поверхонь з сферичними поверхнями упорних ступінчастих гвинтів 16 і 17 зафіксованих гайками 18 і 19. Знаючи крок різі  $t_p$  на регулювальних гвинтах 22 і 23 і величину  $\Delta$ , ці регулювальні гвинти відгвинчують на кут  $\theta$  із наступною їх фіксацією, який визначається із залежності:

$$\theta = \frac{360^\circ \cdot \Delta}{t_p}, \text{ град.}$$

15 Величина  $\lambda$  визначається із розрахункової схеми, поданої на фіг. 4. В загальному, використавши позначення  $A_0O_1 = a$ ;  $O_1C = FO_3 = r$ ;  $AO_3 = XO_3$ , отримаємо:

$$\Delta = A_0O_3 - (A_0O_1 + O_1C + FO_3)$$

або

$$\Delta = XO_3 - (a + 2r), \quad (1)$$

20  $XO_3$  - відстань від осі ОХ до центра сферичної поверхні ступінчастого упорного гвинта, яка дорівнює абсцисі точки  $O_3$  у системі координат ХОУ,

$a$  - відстань від осі ОУ до центра сферичної поверхні регулювального гвинта, яка дорівнює абсцисі точки О і у системі координат ХОУ у вихідному положенні встановлюють конструктивно,  
 $r$  - радіус сферичних поверхонь упорних ступінчастих і регулювальних гвинтів.

25 Таким чином із (1) виходить, щоб визначити величину  $\Delta$  як параметр налаштування дворізевої адаптивної розточувальної головки, необхідно визначити величину  $XO_3$ .

Координати точки  $O_3$  знайдемо як координати точки перетину кола радіусом  $2r$  з центром в т.  $O_2$  з прямою  $A_0O_3$ , у системі координат ХОУ.

Для того, щоб записати рівняння кола радіусом  $r$  з центром в т.  $O_2$ , потрібно дізнатись  
 30 координати точки  $O_2$ .

Знайдемо спочатку величину кута  $\alpha_0$ .

$$\text{Розглянемо } \triangle ODE; OE = R_{\max}; OD = R_{\min} = R_{\max} - \frac{\delta}{2}.$$

де  $R_{\max}$  - максимальний радіус обробленої циліндричної поверхні;

$\delta$  - допуск на діаметр обробленої поверхні;

$$\frac{OD}{OE} = \cos \alpha_0; \cos \alpha_0 = \frac{2R_{\max} - \delta}{2R_{\max}} = 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}}.$$

$$\alpha_0 = \arccos \left( 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}} \right).$$

Відповідно

Використовуючи властивості обернених тригонометричних функцій, можемо записати:

$$\sin \alpha_0 = \sin \left( \arccos \left( 1 - \frac{\delta}{2 \cdot R_{\max}} \right) \right).$$

Після перетворення отримаємо:

$$\sin \alpha_0 = \frac{\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}}.$$

Розглянувши  $\triangle OA_1A$  і врахувавши, що  $AO = A_1O$ , і прийнявши, що  $OA_0 = OA = b$ , в кінцевому результаті отримаємо абсцису точки  $A - X_A$ :

$$X_A = \frac{b\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}}$$

і ординату точки  $A - Y_A$ , виконавши дії:

$$\frac{A_1O}{AO} = \cos \alpha_0; A_1O = AO \cdot \cos \alpha_0 = b \cdot \cos \arccos \left( 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}} \right),$$

5

$$Y_A = A_1O = b \left( 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}} \right).$$

Отже координати точки  $A$  будуть:

$$X_A = \frac{b\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}}; Y_A = b \left( 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}} \right).$$

10 Розглянемо  $\triangle ABO_2$  і визначимо координати центра кола, яке розміщене у точці  $O_2$  з радіусом  $r$ , тобто точки  $O_2$  в системі координат  $XOY$ .

$$X_{O_2} = X_A + BO_2;$$

$$Y_{O_2} = Y_A - AB.$$

Для визначення  $BO_2$  і  $AB$  скористаємось  $\triangle ABO_2$ .

$$OA_2 = a; \angle ABO_2 = \alpha_0; \angle ABO_2 = \pi/2.$$

$$\frac{BO_2}{AO_2} = \cos \alpha_0; BO_2 = AO_2 \cdot \cos \alpha_0;$$

15

$$BO_2 = a \cdot \cos \arccos \left( 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}} \right) = a \cdot \left( 1 - \frac{\delta}{2R_{\max}} \right).$$

Тоді

$$X_{O_2} = \frac{b\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}} + \left( a - \frac{\delta \cdot a}{2 \cdot R_{\max}} \right),$$

$$Y_{O_2} = \left( b - \frac{\delta \cdot b}{2 \cdot R_{\max}} \right) - \frac{a\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}}.$$

20 Запишемо рівняння кола для кола з центром в точці  $O_3$  з координатами  $X_{O_3} Y_{O_3}$

$$R^2 = (b - Y_{O_2})^2 + (X_{O_3} - X_{O_2})^2.$$

Оскільки  $R = 2r$ , то

$$(2r)^2 = (b - Y_{O_2})^2 + (X_{O_3} - X_{O_2})^2$$

$$4r^2 = b^2 - 2bY_{O_2} + Y_{O_2}^2 + X_{O_3}^2 - 2X_{O_3}X_{O_2} + X_{O_2}^2$$

$$X_{O_3}^2 - 2X_{O_3}X_{O_2} + X_{O_3}^2 + b^2 - 2bY_{O_2} + Y_{O_2}^2 - 4r^2 = 0.$$

25

Зробимо заміну

$$c = X_{O_2}^2 + b^2 - 2bY_{O_2} + Y_{O_2}^2 - 4r^2.$$

З врахуванням заміни отримаємо:

$$X_{O_3}^2 - 2X_{O_3}X_{O_2} + c = 0.$$

30

Розв'яжемо квадратне рівняння, корені якого знаходяться за формулою:

$$X_{O_3} = \frac{-2X_{O_2} \pm \sqrt{(-2X_{O_2})^2 - 4c}}{2} = \frac{-2X_{O_2} \pm \sqrt{-2X_{O_2}^2 - 4c}}{2}.$$

Спростивши вираз, отримаємо

$$X_{03} = X_{02} \pm \sqrt{X_{02}^2 - c}$$

Враховуючи заміну  $c = X_{02}^2 + b^2 - 2bY_{02} + Y_{02}^2 - 4r^2$ .

Отримаємо  $X_{03} = X_{02} \pm \sqrt{X_{02}^2 - (X_{02}^2 + b^2 - 2bY_{02} + Y_{02}^2 - 4r^2)}$

$$X_{03} = X_{02} \pm \sqrt{-b^2 + 2bY_{02} - Y_{02}^2 + 4r^2}$$

5 Виразивши формули для визначення  $X_{03}, Y_{03}$  через  $D=R_{\max}/2$ , отримаємо

$$X_{02} = \frac{b\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}} + \left( a \cdot \frac{\delta \cdot a}{2 \cdot R_{\max}} \right) = \frac{b\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} + \left( a - \frac{\delta \cdot a}{D} \right),$$

$$Y_{02} = \left( b - \frac{\delta \cdot b}{2 \cdot R_{\max}} \right) - \frac{a\sqrt{4 \cdot \delta \cdot R_{\max} - \delta^2}}{2 \cdot R_{\max}} = \left( b \cdot \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D}$$

Підставивши отримані значення у вираз для отримання  $X_{03}$ , отримаємо

$$X_{03} = \frac{b\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} + \left( a - \frac{\delta \cdot a}{D} \right) \pm \sqrt{-b^2 + 2b \cdot \left[ \left( b - \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} \right] - \left[ \left( b - \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} \right]^2} + 4r^2;$$

10 оскільки  $\Delta = XO_3 - (a + 2r)$ , то

$$\Delta = \frac{b\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} + \left( a - \frac{\delta \cdot a}{D} \right) - (a + 2r) \pm \sqrt{-b^2 + 2b \cdot \left[ \left( b - \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} \right] - \left[ \left( b - \frac{\delta \cdot b}{D} \right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} \right]^2} + 4r^2.$$

Налагоджена головка працює наступним чином. Включають обертовий рух заготовки  $D_r$  і подачу головки  $D_s$ . При однакових осьових складових сил різання, що виникають в процесі різання на першому і другому різальних елементах, тобто  $P_{x1} = P_{x2}$ , рівноплечий важіль 11 знаходиться у статичному нерухомому положенні відносно своєї осі. У випадку, коли рівновага порушується, тобто  $P_{x1} \neq P_{x2}$ , а наприклад,  $P_{x1} > P_{x2}$ , тобто, коли на різальному елементі 12 сила  $P_x$  більша, ніж на різальному елементі 13, важіль 11 повертається проти годинникової стрілки, зменшуючи при цьому подачу на різальний елемент 12 і одночасно збільшуючи подачу на різальний елемент 11, забезпечуючи при цьому умову рівноваги  $P_{x1} = P_{x2}$ .

20 Якщо ж осьова складова сили різання на другому різці 13  $P_{x2}$  виявиться більшою ніж  $P_{x1}$ , то поворотом рівноплечого важеля у протилежному напрямі забезпечиться умова  $P_{x1} = P_{x2}$ .

Пружні демпфери 26 і 27 гасять коливання осьових складових сил, особливо на етапах врізання і виходу із контакту різців з оброблювальною поверхнею.

25 У випадку, коли, наприклад, різальний елемент 12 відхилився на таку величину, при якій умова рівноваги не може бути забезпечена, рівноплечий важіль 11 повернеться проти годинникової стрілки на певний кут і при цьому усунеться зазор між сферичними поверхнями упорного ступінчастого гвинта 17 і регульовального гвинта 23 і головка працюватиме як головка із жорстко закріпленими різцями, забезпечуючи при цьому задану точність. Аналогічна ситуація буде мати місце, коли осьова складова сили різання на різальному елементі 13 буде більша,

30 ніж на різальному елементі 12, тобто  $P_{x1} < P_{x2}$ .

Таким чином, запропонована дворізева розточувальна головка забезпечує спрощення налаштування на заданий розмір та забезпечує можливість використання багатограних твердосплавних пластин, а в певних умовах дозволить не втрачати своєї працездатності і працювати як інструмент із жорстко закріпленими різцями, що підвищує надійність роботи. Крім цього запропоноване технічне рішення містить уточнену формулу для визначення величини зазору  $\Delta$ .

# ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

5

Дворіздева адаптивна розточувальна головка, що містить корпус, виконаний у вигляді кронштейна, з хвостовиком з однієї сторони і U-подібними бічними поверхнями, паралельними осі хвостовика - з іншої, в U-подібних бічних поверхнях виконано співвісні отвори, в які встановлена вісь, на яку з можливістю повороту встановлено рівноплечий важіль, на кінцях якого закріплені швидкозмінні твердосплавні різальні елементи, причому в корпусі в діаметрально-протилежних напрямках, паралельно U-подібним бічним поверхням навпроти рівноплечого важеля виконано два отвори, в яких розміщені упорні гвинти довжиною, більшою довжини отворів, і з сторони хвостовика зафіксовані від осевого переміщення гайками, а поверхня корпусу з сторони вільних кінців упорних гвинтів є у взаємодії з пружними демпферами, які з іншої сторони є у взаємодії з поверхнею рівноплечого важеля, який **відрізняється** тим, що співвісні отвори, в яких розміщені упорні гвинти, і самі упорні гвинти виконані ступінчастими, а у рівноплечому важелі співвісно з цими двома ступінчастими отворами виконані наскрізні різеві отвори, в які загвинчені і зафіксовані від вільного осевого переміщення регулювальні гвинти, довжиною, більшою від довжини наскрізних різевих отворів, і на кінцях упорних і регулювальних гвинтів виконані сферичні поверхні і між цими сферичними поверхнями встановлений зазор  $\Delta$ , величина якого рівна:

$$\Delta = \frac{b\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D} + \left(a - \frac{\delta \cdot a}{D}\right) - (a + 2r) +$$

$$+ \sqrt{-b^2 + 2b \cdot \left[\left(b - \frac{\delta \cdot b}{D}\right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D}\right] - \left[\left(b - \frac{\delta \cdot b}{D}\right) - \frac{a\sqrt{2 \cdot \delta \cdot D - \delta^2}}{D}\right]^2 + 4r^2},$$

де  $b$  - відстань від повздовжньої осі головки до осі упорного гвинта, мм;

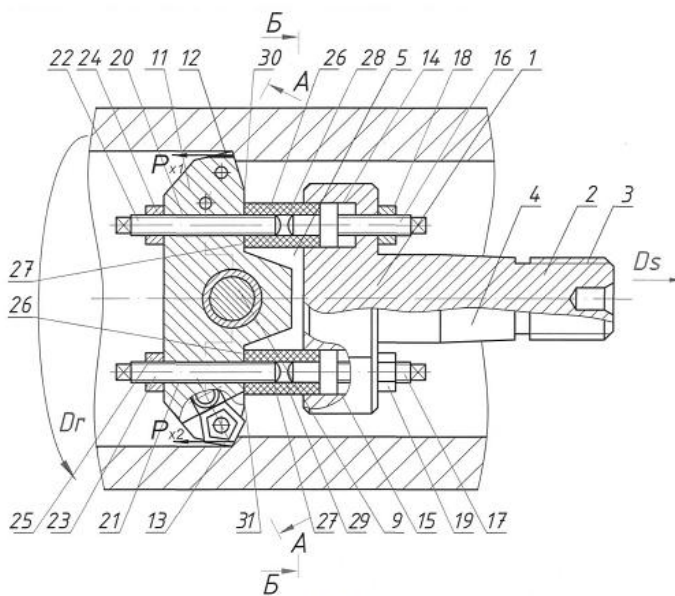
$\delta$  - допуск на номінальний діаметр обробленого отвору;

$D$  - номінальний діаметр оброблюваного отвору, мм;

$r$  - радіус сферичних поверхонь ступінчастих упорних і регулювальних гвинтів, мм;

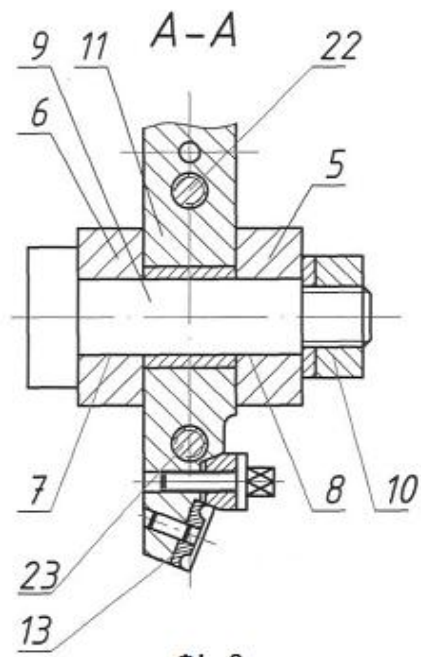
$a$  - відстань від осі коливання рівноплечого важеля до центра сферичної поверхні регулювального гвинта, мм,

а у ступенях більшого діаметра ступінчастих отворів встановлені пружні демпфери у вигляді пустотілих циліндрів, які своїми внутрішніми циліндричними поверхнями спряжені з поверхнями упорних гвинтів з одного боку і поверхнями регулювальних гвинтів - з іншого боку, і своїми лівими торцевими поверхнями пружні демпфери обперті на плоскі поверхні рівноплечого важеля.

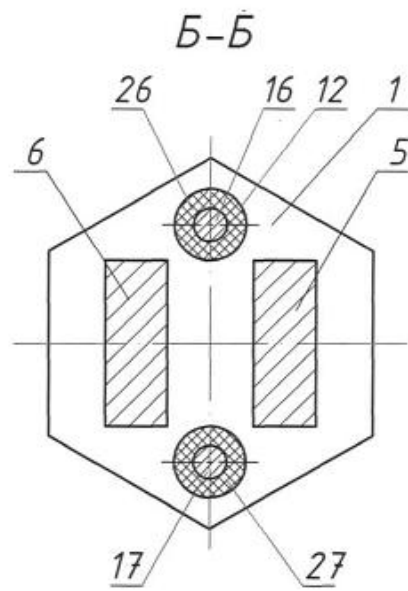


Фиг. 1





Фиг. 2



Фиг. 3

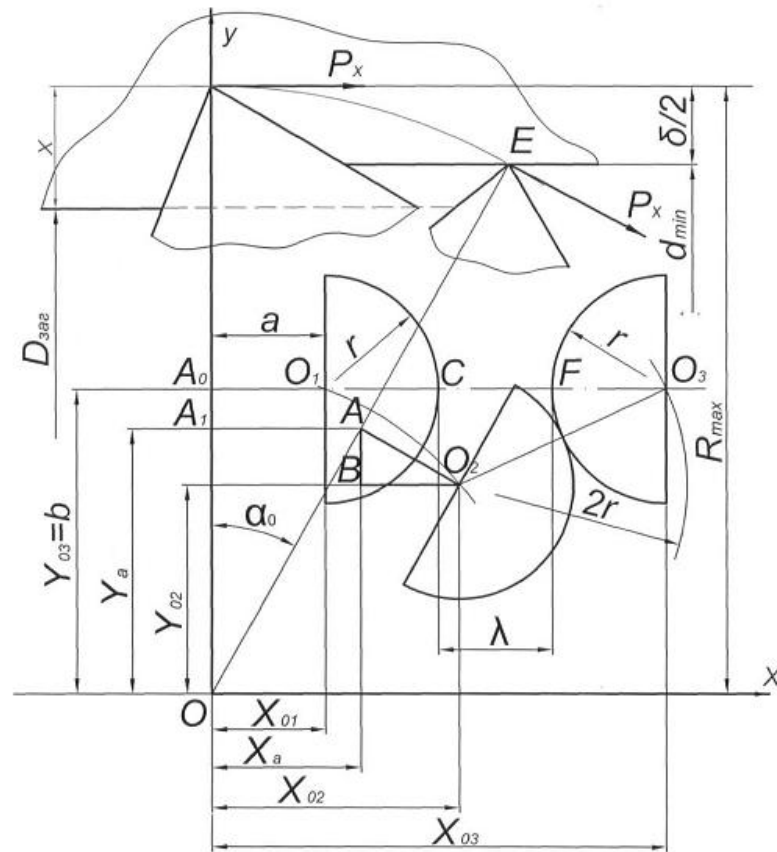


Fig. 4

Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601